

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le _____
13 JUIN 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété Industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

SIEGE
INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE
26 bis, rue de Saint Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

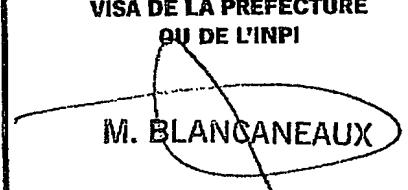
Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W /260899

REMISE DES PIÈCES		Réservé à l'INPI
DATE	19 JUIN 2002	
LIEU	0207596	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	INPI	
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI	19 JUIN 2002	
Vos références pour ce dossier (facultatif)	T020575 JKLC	
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie		
2 NATURE DE LA DEMANDE <input type="checkbox"/> Cochez l'une des 4 cases suivantes		
Demande de brevet	<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité	<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire	<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i>	N°	Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>
<i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>	N°	Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>	N°	Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
"Dispositif et produit-programme pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées"		
4 DECLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		
<input type="checkbox"/> Pays ou organisation Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> Pays ou organisation Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> Pays ou organisation Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»		
5 DEMANDEUR <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»		
Nom ou dénomination sociale TSURF		
Prénoms		
Forme juridique Société Anonyme		
N° SIREN 4 . 1 . 0 . 0 . 8 . 7 . 1 . 5 . 9		
Code APE-NAF 7 . 2 . 1 . Z		
Adresse	Rue Bâtiment M11 - Parc d'Activités Technologiques Europarc Nancy Brabois 22, allée de la Forêt de la Reine	
	Code postal et ville	54500 VANDOEUVRE LES NANCY
Pays France		
Nationalité Française		
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES		Réservé à l'INPI	
DATE	INPI		
LIEU	0207096 19 JUIN 2002		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	DB 540 W /260899		
Vos références pour ce dossier : (facultatif)	T020575-JK3-C		
6 MANDATAIRE			
Nom		LAGET	
Prénom		Jean-Loup	
Cabinet ou Société		CABINET LOYER	
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	78, avenue Raymond Poincaré	
	Code postal et ville	75116	PARIS
N° de téléphone (facultatif)		01 45 02 60 00	
N° de télécopie (facultatif)		01 45 02 60 99	
Adresse électronique (facultatif)		courrier@cabinet-loyer.fr	
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui	Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Non	
8 RAPPORT DE RECHERCHE			
Établissement immédiat ou établissement différé		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques	
<input type="checkbox"/> Oui		<input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques	
		<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)	
		<input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :	
Si vous avez utilisé l'imprimé « Suite », indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) JL. LAGET CPI N° 92-1134			
			VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  M. BLANCANEAUX

L'invention est relative à un procédé pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées de leur image déduite de données sismiques.

L'invention est également relative à un dispositif pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées de leur image déduite de données sismiques.

5 L'invention est enfin relative à un produit-programme d'ordinateur pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées de leur image déduite de données sismiques.

On connaît des procédés d'extraction d'horizon et de leurs attributs sismiques.
10 Dans ces procédés connus, on construit une matrice d'attribut sismique tridimensionnelle de même taille et de même échantillonnage que la matrice sismique tridimensionnelle initiale.

Pour attribuer à chaque point de l'horizon une valeur d'un attribut sismique, on peut procéder soit par interpolation des nœuds environnants de la matrice d'attribut sismique tridimensionnelle ou choisir la valeur stockée dans le nœud le plus proche de la matrice d'attribut sismique tridimensionnelle.
15

En cas d'interpolation, le pré-traitement correspondant nécessite un temps de traitement important et une quantité de mémoire disponible très importante ; c'est pourquoi il est généralement nécessaire d'effectuer ce pré-traitement sur un ordinateur puissant.

20 Dans le cas du choix de l'attribut du nœud le plus proche, ce pré-traitement n'est pas nécessaire, et la détermination de l'attribut ne peut être effectuée qu'à des points voisins des points du réseau de la matrice sismique tridimensionnelle originale.

Un inconvénient majeur de l'art antérieur est d'introduire des défauts ou 25 artefacts qui induisent des erreurs verticales sur les horizons et les attributs sismiques et conduisent à une mauvaise interprétation géologique des mesures sismiques.

Un premier but de l'invention est d'améliorer la technique connue en proposant un calcul direct et plus exact, en minimisant les risques d'erreurs possibles sur les attributs en tous points de l'horizon.

Un deuxième but de l'invention est de supprimer les erreurs verticales susceptibles de conduire à une mauvaise interprétation géologique.

L'invention a pour objet un procédé pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées d'une représentation sismique, dans lequel on construit une fonction continue $S_{ij,k}(t)$ par interpolation ou approximation des traces sismiques discrètes d'une matrice sismique multidimensionnelle, ladite fonction étant désignée comme "trace sismique locale continue", comportant les étapes suivantes :

- a). utiliser comme décalage optimal de deux traces sismiques locales continues voisines, la valeur de décalage rendant maximale leur fonction de corrélation ;
- b). retenir comme voisinage conditionnel d'une trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$ le sous-voisinage consistant en des traces voisines $S_{pq,k}(t)$ correspondant à des décalages optimaux associés à des corrélations $R_{ij,pq,k}(h)$ supérieures à un seuil prédéterminé compris entre 0 et 1 ;
- c). construire une matrice bidimensionnelle d'extraction destinée à être remplie par des valeurs extraites ;
- d). choisir un point «graine» $P(i,j,t)$ et déterminer le point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche ;
- e). estimer les propriétés associées du voisinage conditionnel et remplir la matrice bidimensionnelle d'extraction par des propriétés décalées par translation de la variable courante (t) de la valeur du décalage optimal ($h_{ij,pq,k}$) correspondant au point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- on remplace successivement le contenu de la matrice bidimensionnelle de l'étape c) au cours des itérations successives d'extraction,
- à chaque itération, on utilise comme nouveaux points «graines» de l'étape d) tous les points correspondant à des emplacements de la matrice bidimensionnelle de l'étape c) remplis à l'itération précédente,
- la propriété de subsurface extraite est l'amplitude sismique réfléchie et captée par des géophones,

- on visualise sur un écran de visualisation des surfaces horizon peintes avec des couleurs correspondant à un codage des propriétés extraites.

L'invention est également relative à un dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention, comportant des moyens pour utiliser comme décalage optimal de deux traces sismiques locales continues voisines, la valeur de décalage rendant maximale leur fonction de corrélation, des moyens pour retenir comme voisinage conditionnel d'une trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$ le sous-voisinage consistant en des traces voisines $S_{pq,k}(t)$ correspondant à des décalages optimaux associés à des corrélations $R_{ij,pq,k}(h)$ supérieures à un seuil prédéterminé compris entre 0 et 1, des moyens pour construire une matrice bidimensionnelle d'extraction destinée à être remplie par des valeurs extraites, des moyens pour choisir un point «graine» $P(i,j,t)$ et déterminer le point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche et des moyens pour estimer les propriétés associées du voisinage conditionnel et remplir la matrice bidimensionnelle d'extraction par des propriétés décalées par translation de la variable courante (t) de la valeur du décalage optimal correspondant au point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- le dispositif comporte des moyens de mémorisation et des moyens de visualisation de paramètres sismiques déterminés à l'aide du procédé selon l'invention.

L'invention a enfin pour objet un produit-programme d'ordinateur, comportant des éléments de code de programme pour exécuter les étapes d'un procédé selon l'invention, lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur.

L'invention sera mieux comprise grâce à la description qui va suivre donnée à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- La figure 1 représente schématiquement une matrice sismique tridimensionnelle et une trace sismique locale continue.

- La figure 2 représente schématiquement, un exemple de voisinage local $N_{ij,k}$ consistant en un ensemble de trace sismique locale continues $S_{pq,k}(t)$ voisines de la trace centrale de référence $S_{ij,k}(t)$ elle même située à la verticale du géophone G_{ij} et interpolant les amplitudes sismiques autour de $t=k$.

- La figure 3 représente schématiquement, une section verticale de voisinage local conditionnel $N_{ij,k}(r)$ d'une trace sismique locale continue de référence $S_{ij,k}(t)$.

- La figure 4 représente schématiquement, une section verticale d'une matrice sismique tridimensionnelle avec un décalage optimal $h_{ij,pq,k}$ et un voisinage conditionnel $N_{ij,k}(r)$..

- La figure 5 représente schématiquement, une section verticale d'une matrice sismique tridimensionnelle analogue à la figure 4 avec présence d'une faille ou discontinuité

- La figure 6 représente schématiquement un organigramme fonctionnel d'un procédé selon l'invention.

- La figure 7 représente schématiquement, une vue partielle agrandie d'une matrice sismique tridimensionnelle présentant une discontinuité et illustrant la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

En référence aux figures 1 à 5, les éléments identiques ou fonctionnellement équivalents sont désignés ou repérés de manière identique.

Sur la figure 1, une matrice sismique tridimensionnelle est obtenue par relevé de mesures enregistrées par des géophones G_{ij} disposés sur un réseau x,y en des points de coordonnées i, j . Le relevé des mesures échantillonnes dans le temps est représenté suivant un axe t descendant représentatif de la profondeur ou d'une verticale descendante à partir de la surface de la terre ou de la mer. Les mesures sont caractérisées par leur amplitude, par exemple une amplitude relevée par le géophone G_{ij} au temps ou à la profondeur d'échantillonnage t_k . La mesure discrète effectuée par le géophone G_{ij} au temps ou à la profondeur t_k est appelée amplitude sismique $S_{ij,k}$.

L'ensemble des amplitudes sismiques correspondant à un géophone G_{ij} de coordonnées i, j est une matrice unidimensionnelle ($S_{ij1}, S_{ij2}, \dots, S_{ijk}, \dots, S_{ijN}$) appelées trace sismique discrète, car cette matrice unidimensionnelle correspond à la trace selon le point de coordonnées horizontales i, j de la matrice sismique tridimensionnelle obtenue par mesures sismiques.

L'axe vertical t orienté selon une verticale descendante désigne usuellement le temps, mais peut également être traité pour représenter une profondeur à partir de la surface.

L'invention concerne aussi bien l'application à une troisième coordonnée t représentative du temps, qu'à une troisième coordonnée t représentative de la profondeur.

A partir de la trace sismique discrète située à la verticale d'un géophone G_{ij}

5 on définit, par interpolation ou approximation des valeurs discrètes autour de $t=t_k=k$, une fonction continue $S_{ij,k}(t)$ qui est désignée comme "trace sismique locale continue". Les méthodes d'approximation ou d'interpolation de valeurs discrètes pour engendrer une fonction continue sont nombreuses, et comprennent notamment les interpolations ou approximations polynomiales, ainsi que les interpolations ou approximations trigonométriques polynomiales.

10

Toute autre variante d'interpolation ou d'approximation fournissant une fonction continue peut également être appliquée à la présente invention pour fournir une "trace sismique locale continue".

Sur la figure 2, plusieurs traces sismiques locales continues définissent un voisinage d'une trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$ de référence. Le voisinage d'une trace sismique locale continue $S_{ij,k}(t)$ est défini comme l'ensemble des traces sismiques locales continues dont les indices spatiaux horizontaux p,q sont voisins des indices spatiaux horizontaux i,j de la trace sismique locale continue de référence.

15

20 A titre d'exemple, les coordonnées spatiales horizontales p,q correspondant au géophone G_{pq} sont voisines des coordonnées spatiales horizontales i,j correspondant au géophone G_{ij} si les valeurs absolues des différences $i-p$ et $j-q$ sont inférieures à des entiers donnés, par exemple à 2.

Dans ce cas, comme représenté à la figure 2, la trace sismique locale continue

25 $S_{ij,k}(t)$ est associée à huit traces sismiques locales continues voisines entourant la trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$.

Dans le cas de traces sismiques locales continues produites par des mesures sismiques, le profil des horizons géologiques introduit des décalages verticaux entre des traces sismiques locales continues voisines. Dans le but de déterminer des

30 relations entre deux traces sismiques continues locales $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$ centrées sur la même coordonnée verticale d'échantillonnage $t=t_k=k$ et correspondant

à des coordonnées spatiales i, j et p, q différentes, on calcule la fonction de corrélation $R_{ij,pq,k}(h)$ des deux traces sismiques locales continues.

La fonction de corrélation de deux traces sismiques locales continues voisines est obtenue par la formule suivante

$$5 \quad R_{ij,pq,k}(h) = \frac{C_{ij,pq,k}(h)}{\sqrt{C_{ij,ij,k}(0) \cdot C_{pq,pq,k}(0)}}$$

où le numérateur correspond à la fonction de covariance de $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$

obtenue par l'expression suivante $C_{ij,pq,k}(h) = \int_{t_k-\Delta}^{t_k+\Delta} S_{ij,k}(t) \cdot S_{pq,k}(t+h) \cdot dt$.

Dans cette intégrale définissant $C_{ij,pq,k}(h)$, le paramètre Δ définit une « fenêtre 10 verticale d'investigation » autour de $t=t_k=k$.

Par exemple, si les traces sismiques locales continues $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$ sont des polynômes trigonométriques de la forme suivante interpolant les donnés sismiques

$$15 \quad S_{ij,k}(t) = \sum_{s=1}^m a_s^{ij,k} \cdot \cos(s\omega t) + b_s^{ij,k} \cdot \sin(s\omega t)$$

$$S_{pq,k}(t) = \sum_{s=1}^m a_s^{pq,k} \cdot \cos(s\omega t) + b_s^{pq,k} \cdot \sin(s\omega t)$$

alors on peut montrer que la fonction de covariance $C_{ij,pq,k}(h)$ est elle même un polynôme trigonométrique de la forme suivante où les coefficients $A_s^{ij,pq,k}$ et $B_s^{ij,pq,k}$ dépendent des coefficients $a_s^{ij,k}$, $a_s^{pq,k}$, $b_s^{ij,k}$ et $b_s^{pq,k}$:

20

$$C_{ij,pq,k}(h) = \sum_{s=1}^m A_s^{ij,pq,k} \cdot \cos(s\omega h) + B_s^{ij,pq,k} \cdot \sin(s\omega h)$$

Un résultat mathématique classique et connu est que la fonction de corrélation

$R_{ij,pq,k}(h) = \frac{C_{ij,pq,k}(h)}{\sqrt{C_{ij,ij,k}(0) \cdot C_{pq,pq,k}(0)}}$ traduit une similarité des fonctions corrélées lorsque

25 cette fonction de corrélation se rapproche de 1.

L'étude des fonctions de corrélation des traces sismiques locales continues $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$ permet de définir comme décalage optimal la valeur $h_{ij,pq,k}$ de h

correspondant au maximum de la fonction de corrélation $R_{ij,pq,k}(h)$, c'est-à-dire au maximum de la fonction de corrélation le plus proche de 1. Contrairement à l'art existant basé sur une formulation discrète de la fonction de corrélation $R_{ij,pq,k}(h)$, l'utilisation d'une formulation continue des traces sismiques et donc de la fonction de corrélation permet d'obtenir un décalage optimum qui n'est pas contraint à être un multiple entier du pas d'échantillonnage suivant l'axe vertical correspondant à la variable t .

La définition du décalage optimal $h_{ij,pq,k}$ de deux traces sismiques locales continues voisines permet d'obtenir une première approximation des horizons passant par cette trace sismique locale continue de référence $S_{ij,k}(t)$, comme représenté aux figures 3 à 5. Contrairement à l'art existant, le fait d'utiliser des décalages optimaux qui ne sont pas contraint à être un multiple entier du pas d'échantillonnage suivant l'axe vertical permet d'éviter des erreurs connues sous le nom de «aliasing».

Sur ces figures 3 à 5, on définit un voisinage conditionnel $N_{ij,k}(r)$ de la trace sismique continue locale de référence $S_{ij,k}(t)$ qui est un sous-voisinage du voisinage initial des traces sismiques locales continues retenues pour le calcul de corrélation et de définition des décalages optimaux. Le voisinage conditionnel $N_{ij,k}(r)$ est choisi de manière que, pour toute trace sismique continue locale $S_{pq,k}(t)$ appartenant à $N_{ij,k}(r)$, le décalage optimal $h_{ij,pq,k}$ correspondant est tel que la corrélation $R_{ij,pq,k}(h_{ij,pq,k})$ entre $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$ est supérieure à un seuil prédéterminé r compris entre 0 et 1.

Comme on le voit sur la figure 5, la fixation du seuil r permet également d'englober dans un voisinage conditionnel une discontinuité ou une faille géologique, ce qui constitue un avantage important par rapport à l'art antérieur.

Les dispositions précitées fournissent ainsi une modélisation continue permettant la mise en œuvre de l'invention.

En référence à la figure 6, un procédé selon l'invention comporte une étape de modélisation numérique 100 pour définir des traces sismiques locales continues, des décalages optimaux et des voisinages conditionnels, comme décrit en référence aux figures 1 à 5.

A l'étape 101, on définit une matrice bidimensionnelle dont les indices de lignes et de colonnes correspondent aux coordonnées des géophones de mesures sismiques.

A l'étape 102, on choisit un point «graine» $P(i,j,t)$ ou premier point d'extraction.

A l'étape 103, on détermine le nœud (i,j,k) de la matrice sismique tridimensionnelle le plus proche du point «graine» $P(i,j,t)$.

5 Ce nœud a pour coordonnées spatiales i,j et pour coordonnée temporelle ou de profondeur la coordonnée $t_k=k$ la plus voisine de la coordonnée t du point «graine» $P(i,j,t)$ choisi à l'étape 102.

10 A l'étape 104, on sélectionne tout d'abord les traces sismiques continues locales $S_{pq,k}(t)$ appartenant au voisinage conditionnel $N_{ij,k}(r)$ défini à l'étape 100 et telles que les indices (p,q) correspondent à un emplacement vide de la matrice bidimensionnelle définie à l'étape 101.

15 Ensuite, pour chaque trace sismique continue locale $S_{pq,k}(t)$ ainsi sélectionnée, on attribue au point $P(p,q,t)$ la valeur $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$, où $h_{ij,pq,k}$ est le décalage optimal du point $P(p,q,t)$ par rapport au point voisin $P(i,j,k)$ déterminé à l'étape 103. Ce point $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$ est considéré comme un nouveau point situé sur l'horizon et est stocké dans l'emplacement (p,q) de la matrice bidimensionnelle défini à l'étape 101.

20 Le procédé qui vient d'être décrit est destiné à déterminer un ensemble de points appartenant à l'horizon passant par un point $P(i,j,t)$, mais est également applicable pour attacher à ces points, au fur et à mesure de leur détermination, un ensemble de propriétés caractérisant la nature physique des terrains au voisinage de l'horizon ainsi déterminé.

25 A cet effet, on peut prévoir d'attacher à chaque point $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$ de la matrice bidimensionnelle définie à l'étape 101 un ensemble de propriétés appelé "attributs sismiques".

Ces propriétés sont généralement représentées par des couleurs différentes sur les visualisations d'écran, de manière à permettre une visualisation rapide et sans risque d'erreur des propriétés associées à un horizon géologique.

30 En pratique, on effectue des étapes similaires aux étapes décrites en référence aux étapes 100 à 104 et l'on construit les attributs du point $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$ à l'aide de l'équation de la trace sismique continue locale $S_{pq,k}(t)$; par exemple on construit

ainsi un attribut enveloppe, un attribut phase ou un attribut fréquence, de manière connue en soi, par exemple d'après l'enseignement du document de TANER M.T., KOEHLER F., SHERIFF R.E., (1979), Complex seismic trace analysis, GEOPHYSICS, volume 44, n° 6, pages 1041 à 1063.

5 Cette méthode permet ainsi d'afficher l'attribut sismique sur l'horizon extrait en le "peignant" avec les couleurs correspondantes.

Le procédé venant d'être décrit permet ainsi de définir des valeurs d'extraction d'un horizon prédéterminé correspondant à une donnée réelle, mais uniquement dans un voisinage conditionnel du point $P(i,j,k)$ le plus proche du point «graine» $P(i,j,t)$ choisi.
10

Pour propager le procédé d'extraction à l'ensemble de la matrice bidimensionnelle définie à l'étape 101, on construit tout d'abord un ensemble de nouvelles graines constitué par les nouveaux points $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$ situé sur l'horizon qui viennent d'être déterminés et est stocké dans les emplacements (p,q)
15 correspondants de la matrice bidimensionnelle défini à l'étape 101. Chacun de ses points est mémorisé à l'étape 106, pour être réinjecté à l'étape 102, en y servant de nouveau point «graine» .

Ceci propage le traitement successivement à l'ensemble de la matrice bidimensionnelle correspondant aux géophones.

20 Lorsque qu'aucune nouvelle graine ne peut être trouvée, le procédé est orienté à l'étape 106 vers une étape 107 de visualisation sur écran des horizons ou des attributs ou propriétés associées d'horizon géologique, de manière à permettre une visualisation en couleur ou en niveaux de gris des propriétés associées à l'horizon géologique extrait correspondant au temps réel t .

25 Ainsi, à la fin de l'algorithme défini en référence à la figure 6, la matrice bidimensionnelle de l'étape 101, contient une pluralité de points correspondant au même horizon que le point initial «graine» choisi $P(i,j,t)$.

30 L'ensemble des points peut être réordonné avec ses voisins, conformément à la figure 7 pour définir un maillage recouvrant entièrement l'horizon contenant le point «graine» $P(i,j,t)$, ce maillage permet ainsi de représenter l'horizon extrait

comme une surface localement continue sur l'écran de visualisation d'une station de travail.

Le procédé selon l'invention est de préférence mis en œuvre sur un dispositif comportant des moyens appropriés à la mise en œuvre des étapes décrites en 5 référence à la figure 6.

En particulier, un dispositif selon l'invention comporte des moyens de mémorisation nécessaires aux calculs successifs et les moyens de visualisation nécessaires à l'étape 107.

De préférence, un dispositif selon l'invention est un dispositif programmable 10 commandé par un produit-programme d'ordinateur comportant des éléments de code de programme pour exécuter les étapes du procédé décrit en référence à la figure 6.

L'invention décrite en référence à plusieurs objets particuliers n'y est nullement limitée, mais couvre au contraire toute modification de forme et toute variante de réalisation dans le cadre et l'esprit de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées d'une représentation sismique, dans lequel on construit une fonction continue $S_{ij,k}(t)$ par interpolation ou approximation des traces sismiques discrètes d'une matrice sismique multidimensionnelle, ladite fonction étant désignée comme "trace sismique locale continue", comportant les étapes suivantes :
 - a). utiliser comme décalage (vertical) optimal de deux traces sismiques locales continues voisines, la valeur de décalage rendant maximale leur fonction de corrélation, ce décalage optimal n'étant pas contraint à être un multiple entier du pas d'échantillonnage vertical ;
 - b) retenir comme voisinage conditionnel d'une trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$ le sous-voisinage consistant en des traces voisines $S_{pq,k}(t)$ correspondant à des décalages optimaux $h_{ij,pq,k}$ associés à des corrélations $R_{ij,pq,k}(h_{ij,pq,k})$ supérieures à un seuil prédéterminé compris entre 0 et 1 ;
 - c). construire une matrice bidimensionnelle d'extraction destinée à être remplie par des points extraits appartenant au même horizon que celui passant par le point graine ;
 - d). choisir un point «graine» $P(i,j,t)$ et déterminer le point $P(i,j,k)$ de la matrice sismique tridimensionnelle verticalement le plus proche ;
 - e). estimer les propriétés associées du voisinage conditionnel et remplir la matrice bidimensionnelle d'extraction par des propriétés décalées par translation de la variable courante (t) de la valeur du décalage optimal ($h_{ij,pq,k}$) correspondant au point (i, j, k) verticalement le plus proche.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise comme point «graine» de l'étape d) tous les points nouvellement stockés dans la matrice bidimensionnelle de l'étape b) et non encore utilisés comme point graine.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on remplit successivement le contenu de la matrice bidimensionnelle de l'étape c) au cours des itérations successives d'extraction.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on remplace successivement le contenu de la matrice bidimensionnelle de l'étape c) par une moyenne des contenus successifs au cours des itérations successives d'extraction.

5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la propriété de subsurface extraite est un ensemble d'attributs sismiques calculés en chaque point extrait sur l'horizon passant par le point graine, le calcul de ces attributs étant lui même réalisé simultanément à l'extraction de ces points.

6. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 5, dans lequel on visualise sur un écran de visualisation les attributs sismiques « peints » sur l'horizon 10 extrait.

7. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comportant des moyens pour utiliser comme décalage optimal de deux traces sismiques locales continues voisines, la valeur de décalage rendant maximale leur fonction de corrélation, des moyens pour retenir comme voisinage 15 conditionnel d'une trace sismique locale continue "centrale" de référence $S_{ij,k}(t)$ le sous-voisinage consistant en des traces voisines $S_{pq,k}(t)$ correspondant à des décalages optimaux $h_{ij,pq,k}$ associés à des corrélations $R_{ij,pq,k}(h_{ij,pq,k})$ supérieures à un seuil prédéterminé compris entre 0 et 1, des moyens pour construire une matrice bidimensionnelle d'extraction destinée à être remplie par des valeurs extraites, des 20 moyens pour choisir un point «graine» $P(i,j,t)$ et déterminer le point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche et des moyens pour estimer les propriétés associées du voisinage conditionnel et remplir la matrice bidimensionnelle d'extraction par des propriétés décalées par translation de la variable courante (t) de la valeur du décalage optimal ($h_{ij,pq,k}$) correspondant au point (i, j, k) verticalement le plus proche.

25 8. Dispositif selon la revendication 7, comportant des moyens de mémorisation et des moyens de visualisation de paramètres sismiques déterminés à l'aide du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

9. Produit-programme d'ordinateur, comportant des éléments de code de programme pour exécuter les étapes du procédé selon l'une quelconque des 30 revendications 1 à 5, lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur.

10. Produit-programme d'ordinateur, comportant des éléments de code de programme pour exécuter les étapes du procédé selon la revendication 6, lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur.

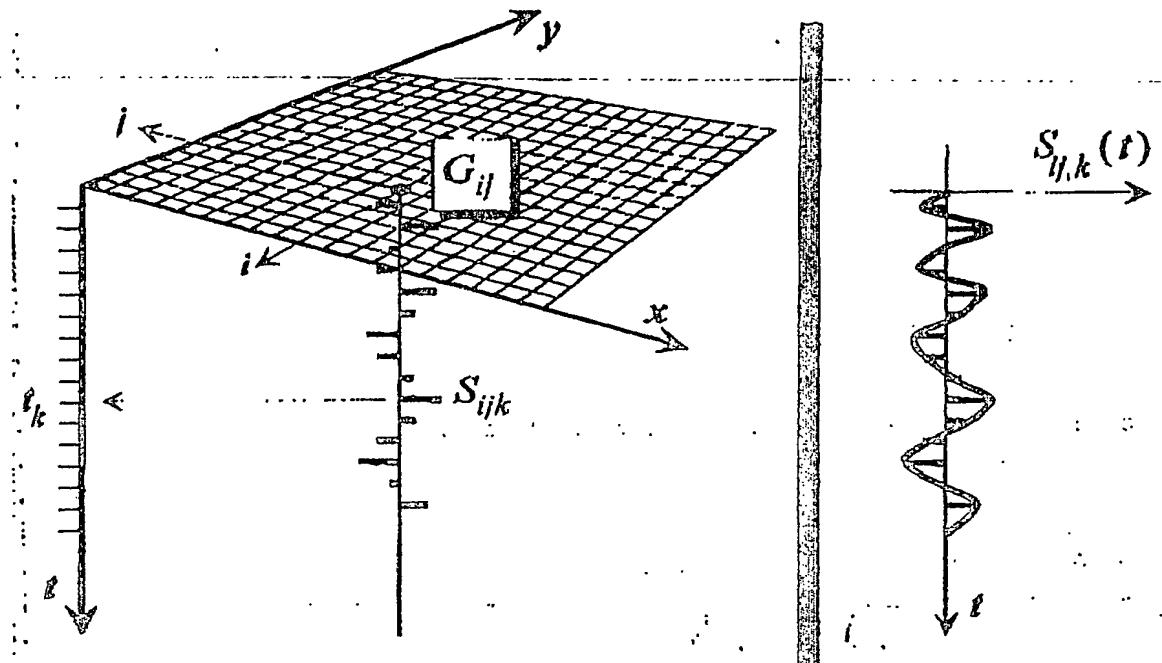


FIG. 1.

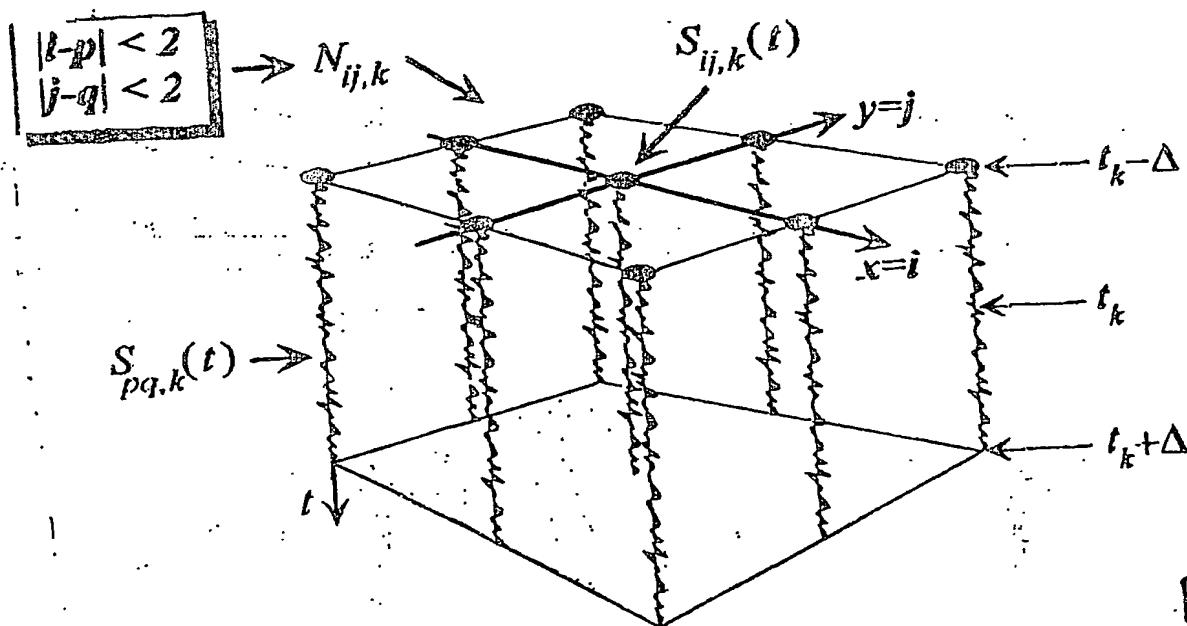


FIG. 2

1/4

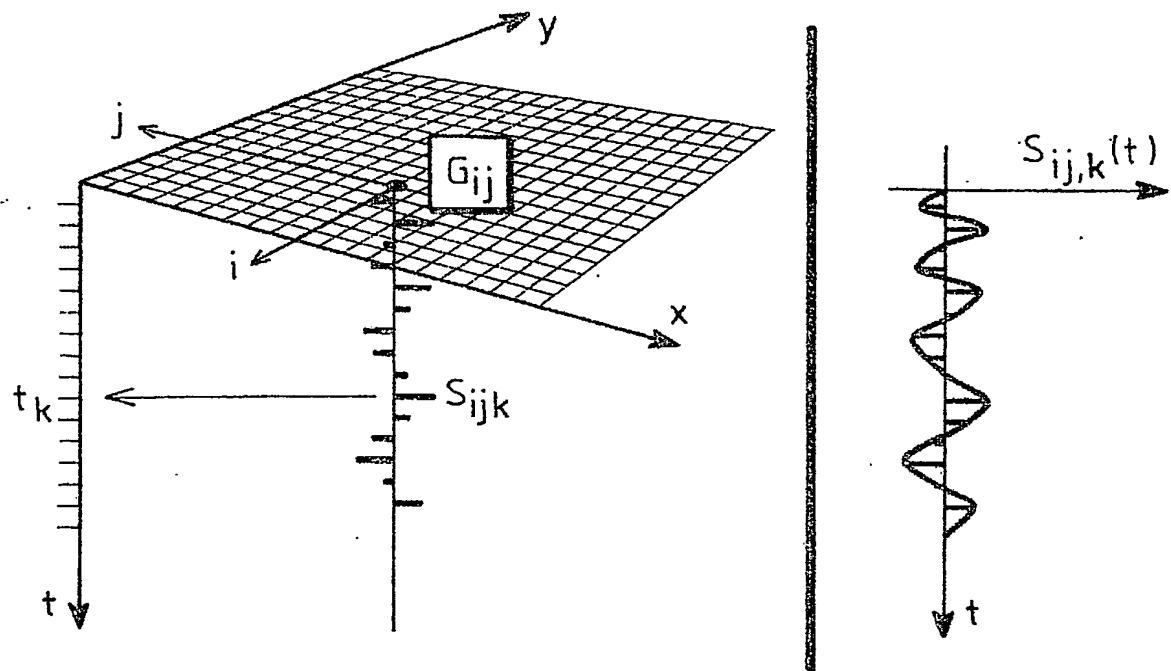


FIG. 1

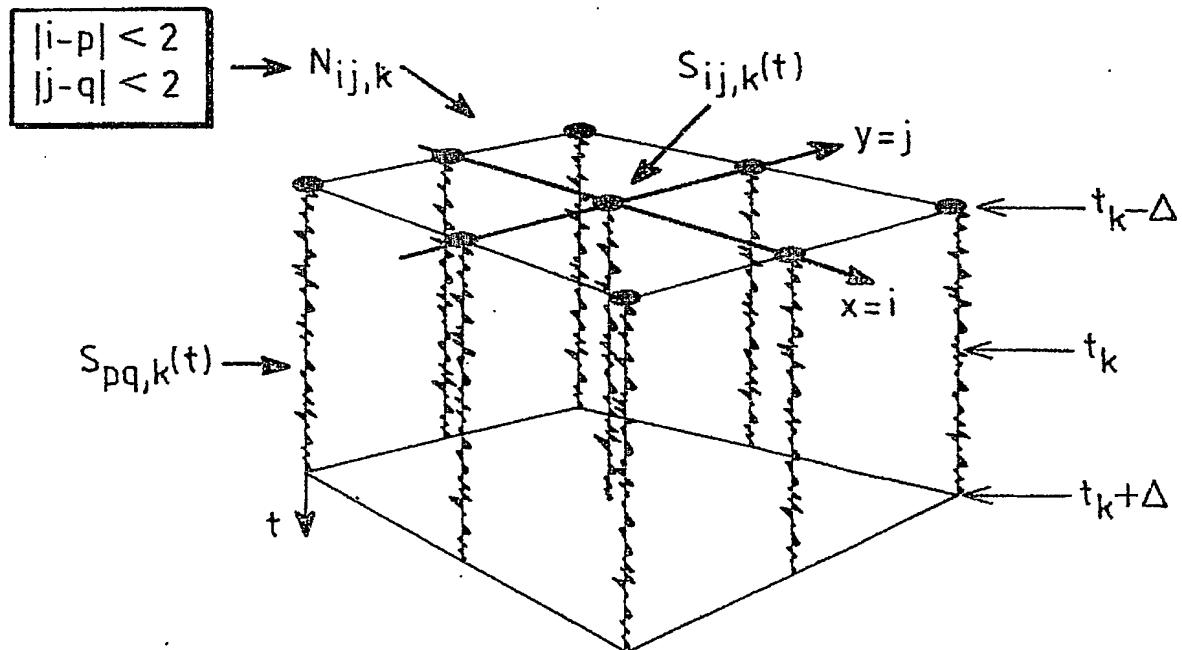


FIG. 2

2/4

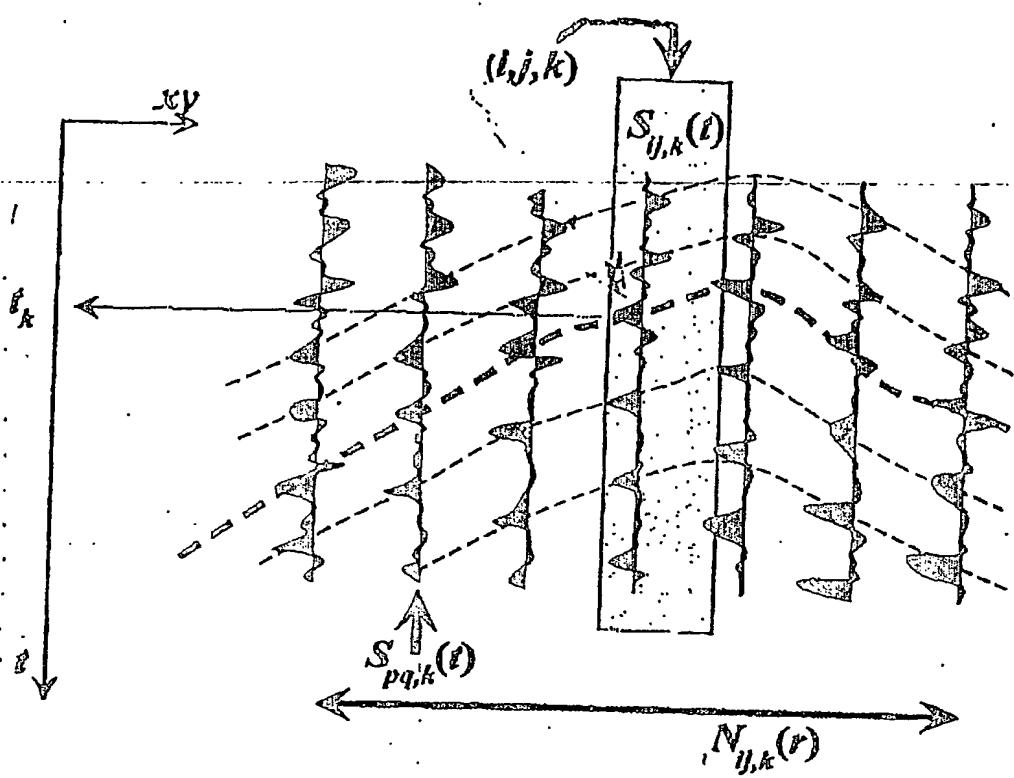


FIG.3

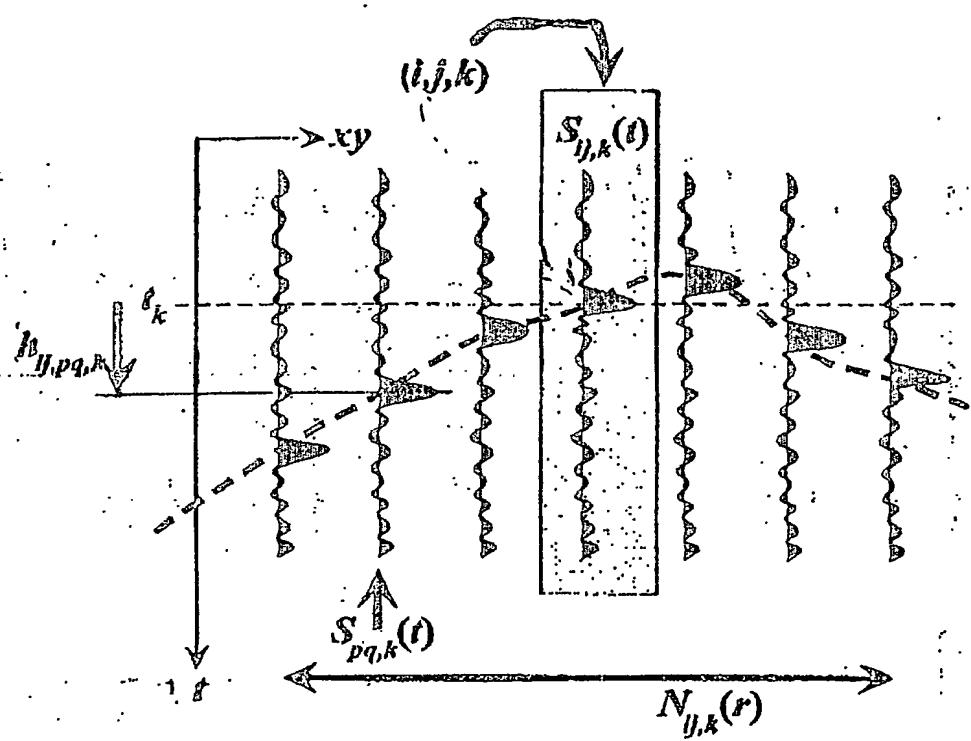


FIG.4

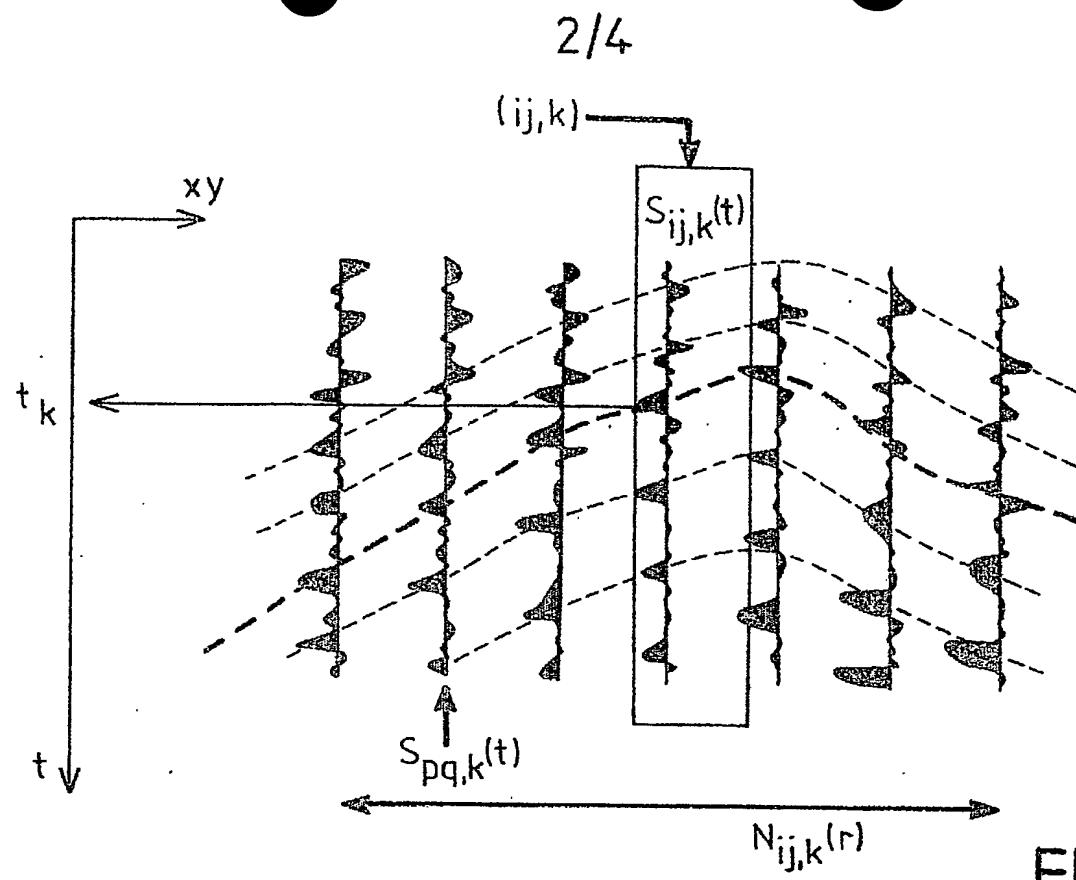


FIG. 3

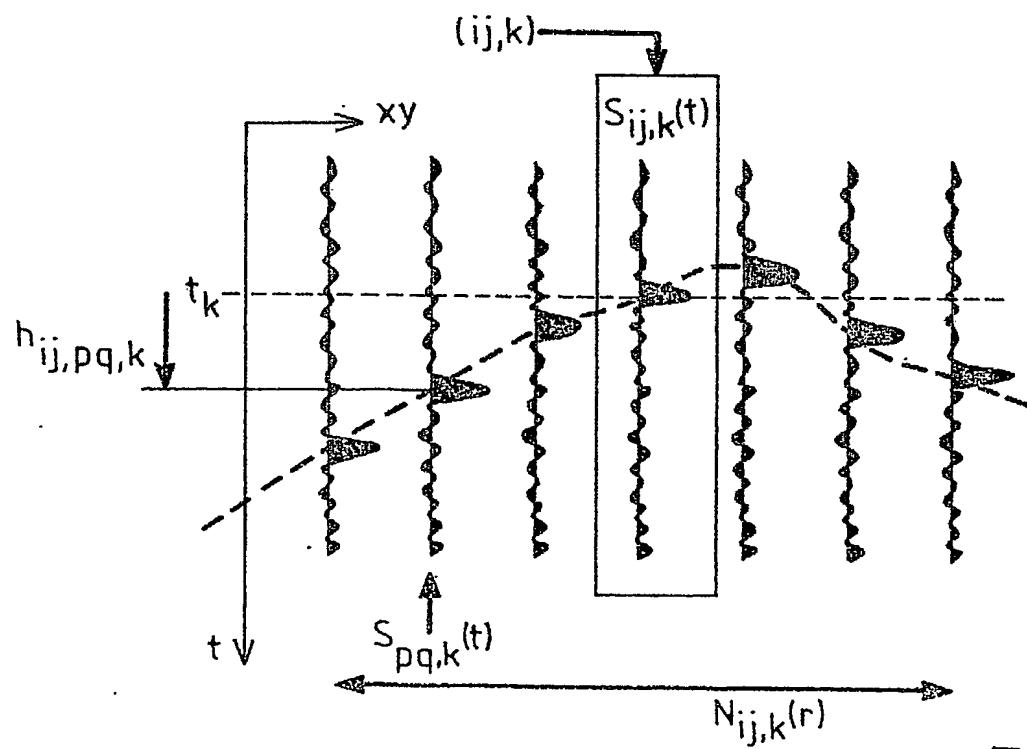


FIG. 4

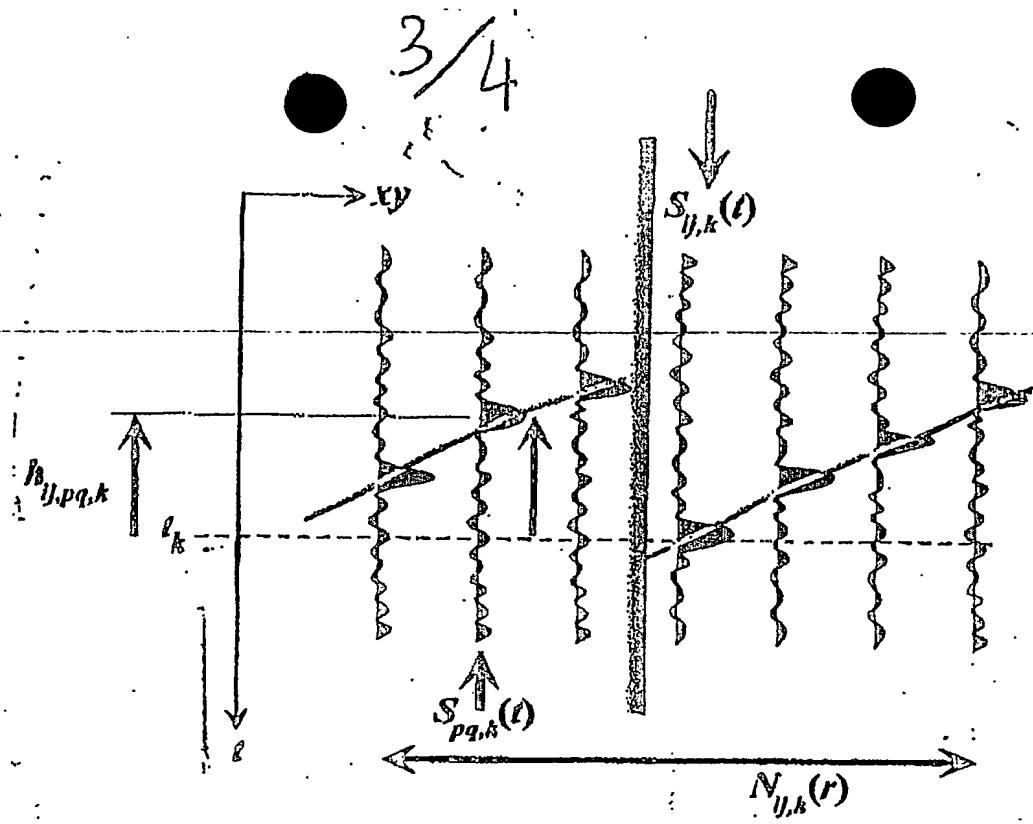


FIG. 5

3/4

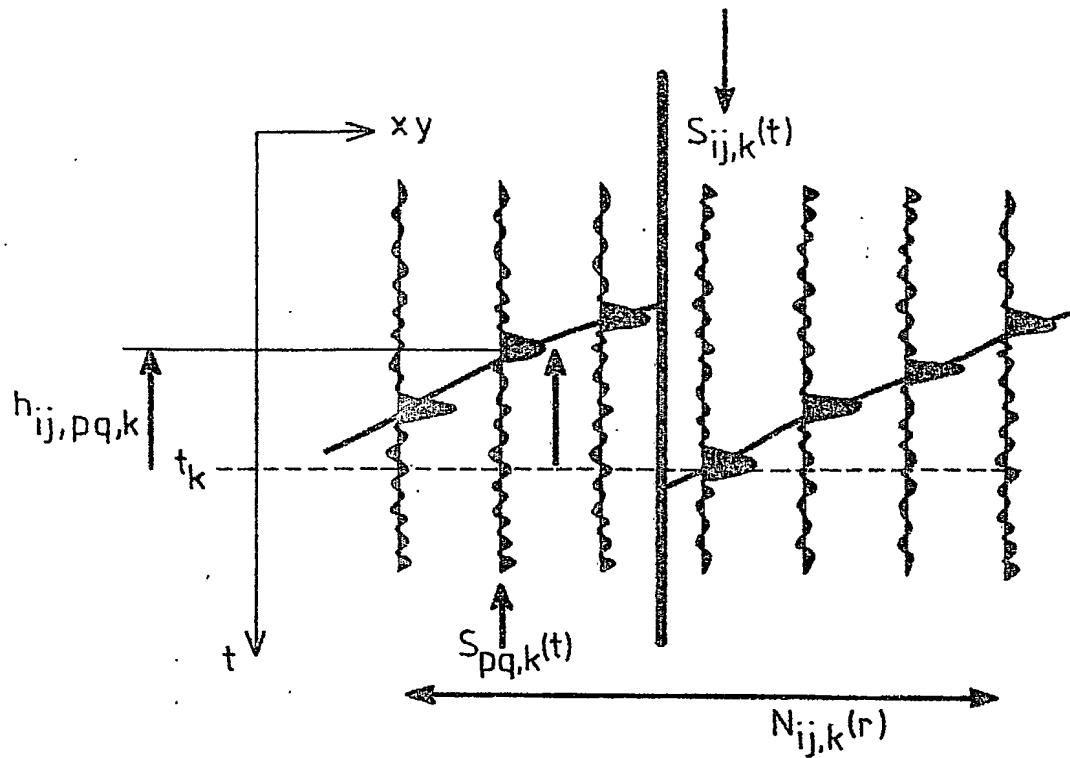


FIG. 5

4/4

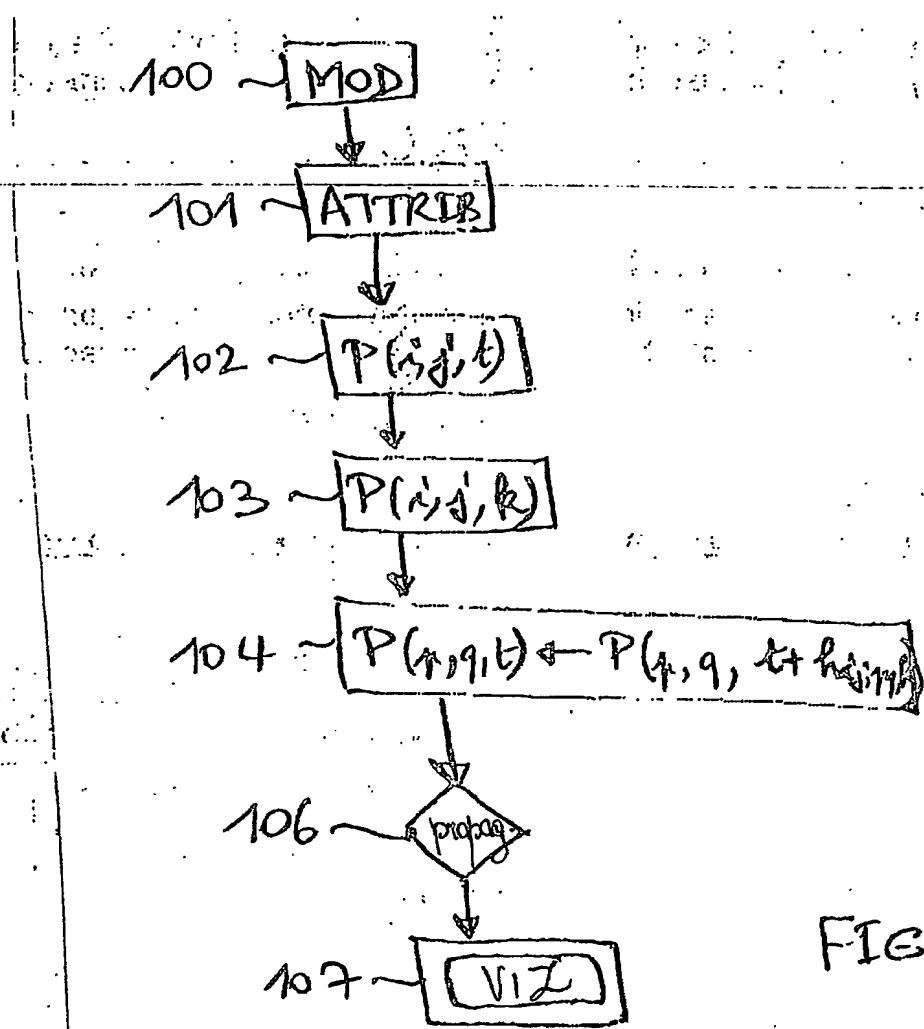


FIG.6

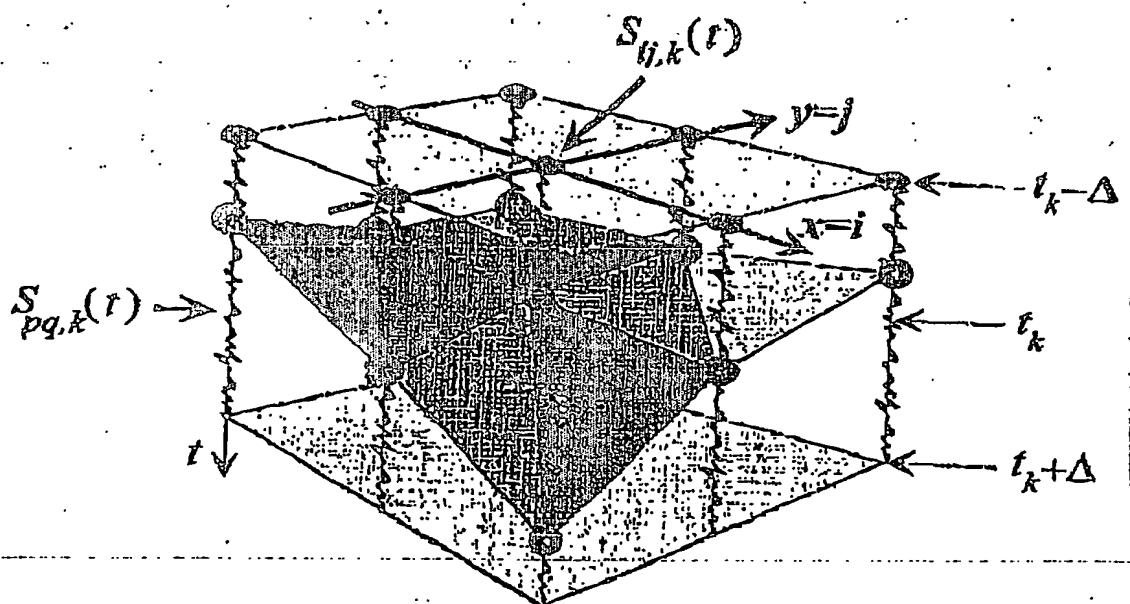


FIG.7

4/4

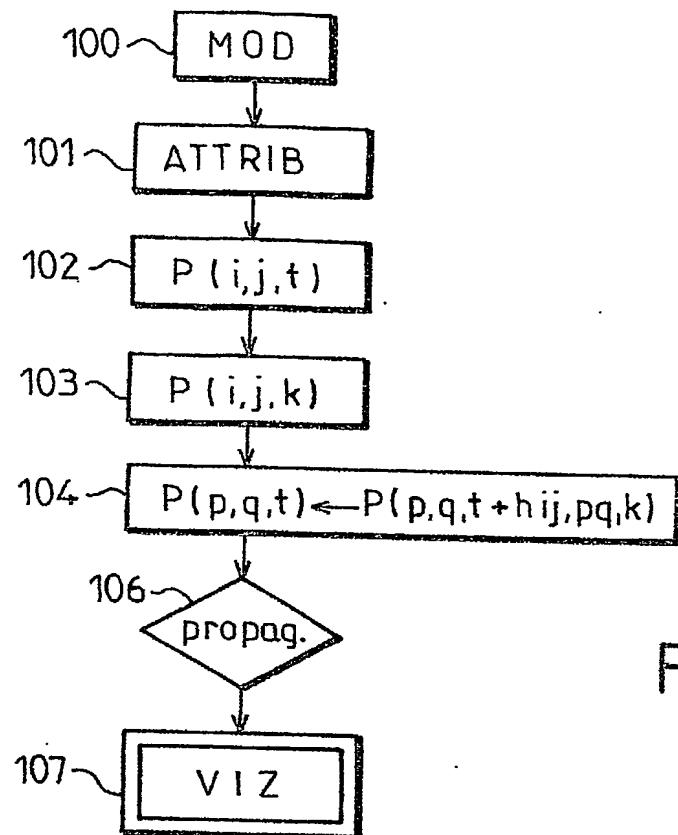


FIG.6

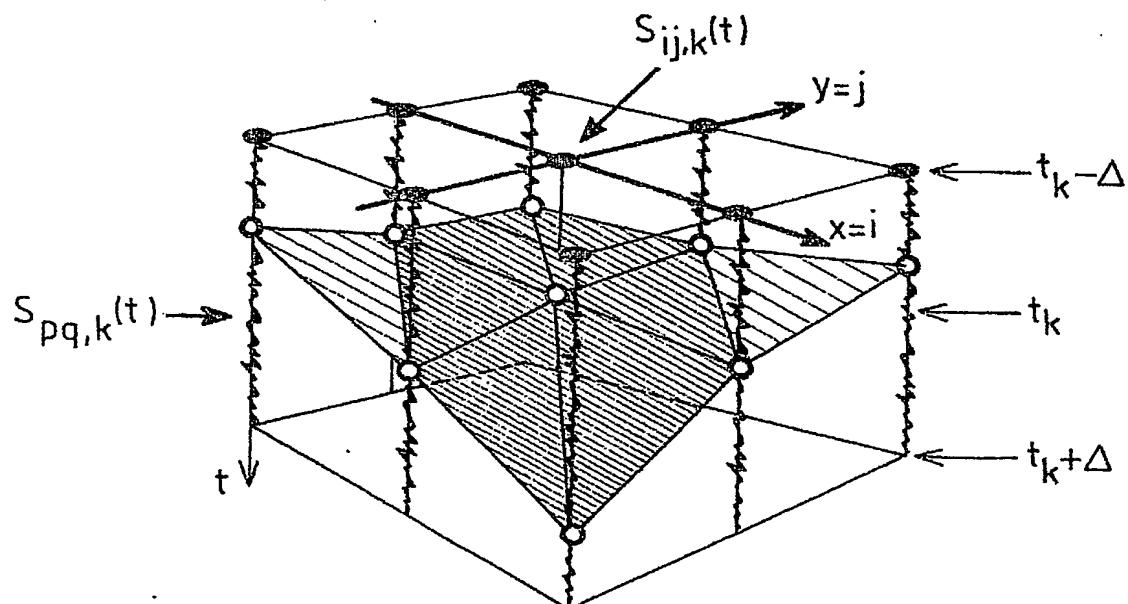


FIG.7



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01-53-04-53-04 Télécopie : 01-42-93-59-30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235*02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1 / 1

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W 7260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)	T020575 JK/LC		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	02.07596		
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) "Dispositif et produit-programme pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées"			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
TSURF Bâtiment M11 - Parc d'Activités Technologiques Europarc Nancy Brabois 22, allée de la Forêt de la Reine 54500 VANDOEUVRE LES NANCY			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		DULAC	
Prénoms		Jean et Claude	
Adresse	Rue	2634 Williams Geant	
	Code postal et ville	SUGARLAND - TX 77479 U.S.A.	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		BOSQUET	
Prénoms		Fabien	
Adresse	Rue	12823 Ashford Pine	
	Code postal et ville	HOUSTON - TX 77082 - U.S.A.	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		LA BRUNYÉ	
Prénoms		Emmanuel	
Adresse	Rue	14 rue Camille Mathis	
	Code postal et ville	54000	Nancy
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S)		<u>1/1</u>	
DU (DES) DEMANDEUR(S)		P. LE NEUINAIRE	
OU DU MANDATAIRE		DIRECTEUR GÉNÉRAL	
(Nom et qualité du signataire)		TSURF S.A. Technopôle Nancy-Brabois 22 Allée de la Forêt de la Reine 54500 VANDOEUVRE les NANCY Tél. 03 83 67 66 33 SIRET 410 087 169 00019	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.